

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年12 月9 日 (09.12.2004)

PCT

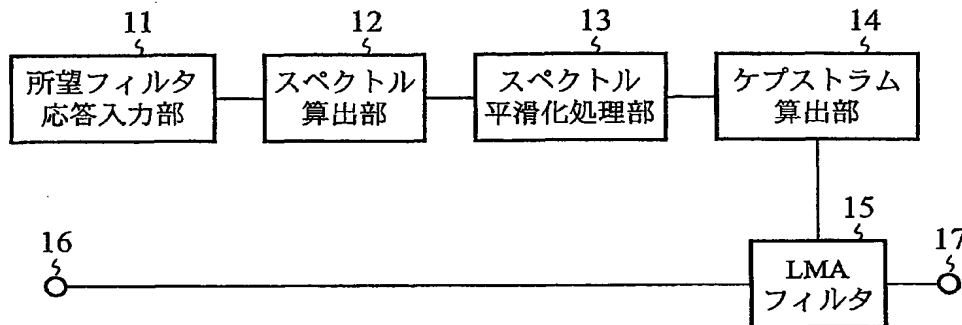
(10) 国際公開番号
WO 2004/107573 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H03H 17/02, 17/04, H04R 3/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/006891 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 矢野 敦仁 (YANO, Atsuyoshi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2004 年5 月14 日 (14.05.2004) (74) 代理人: 田澤 博昭, 外(TAZAWA, Hiroaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目7番1号大東ビル7階 Tokyo (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2003-151417 2003 年5 月28 日 (28.05.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: AUDIO QUALITY ADJUSTMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 音質調整装置



11...DESIRED FILTER RESPONSE INPUT SECTION

12...SPECTRUM CALCULATION SECTION

13...SPECTRUM SMOOTHING PROCESSING SECTION

14...CEPSTRUM CALCULATION SECTION

15...LMA FILTER

(57) Abstract: An audio quality adjustment device includes: a desired filter response input section (11) for inputting a desired filter response to the audio quality adjustment device; a spectrum calculation section (12) for calculating a Fourier spectrum for a filter response which has been input and set by the desired filter response input section (11); a spectrum smoothing processing section (13) for subjecting the Fourier spectrum calculated by the spectrum calculation section (12) to smoothing processing; a cepstrum calculation section (14) for transforming the Fourier spectrum smoothed by the spectrum smoothing processing section (13) into a cepstrum; and an LMA filter (15) using the cepstrum calculated by the cepstrum calculation section (14) as a filter coefficient. Moreover, the LMA filter (15) has an input terminal (16) for inputting an audio signal and an output terminal (17) for outputting an audio signal.

(57) 要約: 音質調整装置は所望のフィルタ応答を音質調整装置に入力する所望フィルタ応答入力部11と、所望フィルタ応答入力部11で入力され、設定されたフィルタ応答に対し

[続葉有]



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

てそのフーリエスペクトルを算出するスペクトル算出部12と、スペクトル算出部12で算出したフーリエスペクトルに対し平滑化処理を施すスペクトル平滑化処理部13と、スペクトル平滑化処理部13で平滑化されたフーリエスペクトルをケプストラムに変換するケプストラム算出部14と、ケプストラム算出部14で算出したケプストラムをフィルタ係数とするLMAフィルタ15で構成される。また、LMAフィルタ15に音声信号を入力する入力端子16と、音声信号を出力する出力端子17とを備える。

明 細 書

音質調整装置

技術分野

この発明は、デジタルフィルタによって構成した音質調整装置に関するものである。

背景技術

音声信号の音質を調整する方法として、デジタルフィルタを用いる方法がある。このような音質調整フィルタを構成するデジタルフィルタには、FIR (Finite Impulse Response) フィルタ、IIR (Ininite Impulse Response) フィルタがある。

音質調整フィルタを設計する場合、所望するフィルタ応答を何らかの方法によって設計する必要があるが、例えば所望のフィルタ応答をフーリエスペクトルとして表し、それに基づいてフィルタ係数を算出する方法がある。その一例はフーリエスペクトルを逆フーリエ変換することによってインパルス応答を求め、そのインパルス応答をフィルタ係数とする方法である。この方法によるとフィルタ係数を容易に算出することができ、このようにして求められたフィルタ係数を備えるフィルタとして、例えばFIRフィルタがある（例えば、特許文献1参照）。

しかし一般的に、FIRフィルタはIIRフィルタに比べて演算量、遅延時間が大きい。一方、IIRフィルタは比較的装置規模の小さいフィルタとして構成することが可能であるが、一般的なIIRフィルタは自由度が低く、必ずしも所望するフィルタ特性が実現できるものではな

い課題がある。ところで、フーリエスペクトルから I I R フィルタを設計する場合、フーリエスペクトルをケプストラムに変換し、そのケプストラムからフィルタ係数を求める方法があり、これには以下の二種類が存在する。

その一つは、フーリエスペクトルを変換して求めたケプストラムを、さらに線形予測（以下、「L P C」と記す）係数に変換し、その係数を I I R フィルタのフィルタ係数として使用する方法である（例えば、特許文献 2 参照）。他の一つは、フーリエスペクトルから求めたケプストラムを、そのまま係数として用いるフィルタであり、これは対数振幅近似（以下、「L M A」と記す）フィルタとして知られている（例えば、今井 聖著「対数振幅近似（L M A）フィルタ」電子通信学会論文誌、v o l . J 6 3 - A , N o 1 2 , 1 9 8 0 年, p p 8 8 6 - 8 9 3 参照）。

〔特許文献 1〕 特開平 2 - 2 0 5 1 0 6 号公報（第 1 図）

〔特許文献 2〕 特開平 7 - 3 6 4 8 4 号公報（第 5 8 - 6 5 項、第 3 図）

前記論文に記載されている L M A フィルタは、フィルタの設計自由度が高く、実現可能なフィルタ応答の幅が広い。また、フィルタ係数の算出、およびフィルタリング処理に要する演算量は比較的小規模なものである。

しかしながら、上述したケプストラムから変換した L P C 係数をフィルタ係数とした I I R フィルタや L M A フィルタでは、実際に構成したフィルタの応答特性に所望のフィルタ応答に反するリップルが生じる場合がある。特に所望のフィルタ応答において鋭いピークやディップのような急峻な特性の変化点が存在する場合、このようなリップルは顕著にあらわれ、音質調整装置の精度を落とす要因となるものである。

また、ケプストラムのケフレンシー長を十分大きくとればこのようなリップルを抑制することができるが、音質調整フィルタの装置規模が大きくなる。これはフィルタの装置規模や演算量に制限がある場合、ケプストラムのケフレンシー長を大きくとることは困難である。

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、ケプストラムのケフレンシー長を固定したまま、リップルを抑制する手段を備えた音質調整装置を得ることを目的とする。

発明の開示

この発明に係る音質調整装置は、音質調整フィルタにフィルタ係数を入力して所望の特性のフィルタを構成し、音質調整フィルタに音声信号を通すことによって音声信号を調整する音質調整装置において、所望するフィルタ応答のフーリエスペクトルを平滑化する平滑化手段と、平滑化手段により平滑化されたフーリエスペクトルからケプストラムを算出するケプストラム算出手段と、ケプストラム算出手段によって算出されたケプストラムに基づいて、フィルタ係数を算出するフィルタ係数算出手段とを備えるものである。

このことによって、音質調整フィルタのリップルを抑制し、精度の高い音質調整を可能にする音質調整装置が実現される。

図面の簡単な説明

第1図は、この発明の実施の形態1に係る音質調整装置の構成を示すブロック図である。

第2図は、この発明の実施の形態1に係る音質調整装置のスペクトルの平滑化方法を説明するための図である。

第3図は、この発明の音質調整装置におけるフーリエスペクトルの平

平滑化方法の効果の一例を説明するための図である。

第 4 図は、この発明の実施の形態 2 に係る音質調整装置のスペクトルの平滑化方法を説明するための図である。

第 5 図は、この発明の実施の形態 3 に係る音質調整装置のスペクトルの平滑化方法を説明するための図である。

第 6 図は、この発明の実施の形態 3 に係る音質調整装置のスペクトルの平滑化方法を説明するためのフローチャートである。

第 7 図は、この発明の実施の形態 4 に係る音質調整装置の構成を示すブロック図である。

第 8 図は、この発明の実施の形態 5 に係る音質調整装置の構成を示すブロック図である。

第 9 図は、この発明の実施の形態 5 に係る音質調整装置のスペクトル包絡の分析方法を説明するためのブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための最良の形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態 1.

この発明の実施の形態 1 に係る音質調整装置について、第 1 図～第 3 図を参照して説明する。なお、第 1 図は実施の形態 1 に係る音質調整装置の構成を示すブロック図であり、第 2 図はこの音質調整装置のスペクトルの平滑化方法を説明するための図であり、第 3 図は音質調整装置におけるフーリエスペクトルの平滑化方法の効果の一例を説明するための図である。

この実施の形態 1 は、予め音質調整装置に対する所望のフィルタ応答が明らかであり、その音質調整フィルタのフィルタ係数を算出する場合

の例である。ここで音質調整フィルタにはLMAフィルタを用いることとする。

実施の形態1の音質調整装置は第1図に示すように、所望のフィルタ応答を音質調整装置に入力する所望フィルタ応答入力部11と、所望フィルタ応答入力部11で入力され、設定されたフィルタ応答に対してそのフーリエスペクトルを算出するスペクトル算出部12と、スペクトル算出部12で算出したフーリエスペクトルに対し平滑化処理を施すスペクトル平滑化処理部13と、スペクトル平滑化処理部13で平滑化されたフーリエスペクトルをケプストラムに変換するケプストラム算出部14と、ケプストラム算出部14で算出したケプストラムをフィルタ係数とするLMAフィルタ15で構成される。また、LMAフィルタ15に音声信号を入力する入力端子16と、音声信号を出力する出力端子17とを備える。

つぎに、音質調整装置の動作について説明する。

所望のフィルタ応答は、所望フィルタ応答入力部11に入力される。所望フィルタ応答入力部11に入力されるフィルタ応答は、例えばフィルタのインパルス応答や伝達関数、あるいは周波数を横軸としたゲイン関数のような形で与えられる。所望フィルタ応答入力部11に入力されたフィルタ応答はスペクトル算出部12で式(1)に示すフーリエスペクトルに変換される。

$$H(e^{j2\pi k/N})(k = -N/2, \dots, 0, \dots, N/2) \quad (1)$$

このときのフーリエスペクトルの長さNは、後段で説明するケプストラムのケフレンシー長に等しい。

ここで算出されたフーリエスペクトルはスペクトル平滑化処理部13

において平滑化される。フーリエスペクトルの平滑化はフーリエスペクトルのサンプル値系列に対し、低域通過特性を持ったメジアンフィルタによる濾波により行う。この方法による平滑化を式（２）に示す。

$$S'(n) = \sum_{k=-N/2}^{N/2} S(k)W(n-k) \quad (2)$$

上述の式（２）において、 $S(k)$ は平滑化前のフーリエスペクトル〔式（１）〕のサンプル値系列であり、また、 $W(n)$ は平滑化に用いるメジアンフィルタの係数列である。また、 $S'(n)$ は平滑化後のフーリエスペクトルのサンプル値系列である。第２図はこの平滑化方法をあらわして、第２図（ａ）は平滑化前の対数振幅値を示し、第２図（ｂ）は平滑化後の対数振幅値を示す。

音質調整フィルタのフィルタ応答にリップルが生じる原因は、所望のフィルタ応答のフーリエスペクトルの急峻な変化がケプストラムの打ち切りによって追従できなくなることによるものであり、スペクトルのサンプル値系列を低域通過フィルタによって濾波することでその影響を押さえている。なお、この平滑化は単なるフーリエスペクトルに限らず、パワースペクトルや対数２乗振幅スペクトルに対して行うものであってもよい。

第３図（ａ）は所望のフィルタ応答が、ある周波数で急激に利得が増大するシェルピング特性であった場合に、フーリエスペクトルの平滑化を行わずにＬＭＡフィルタを構成した場合の、音質調整フィルタの応答の対数２乗振幅スペクトルを示している。また、第３図（ｂ）はフーリエスペクトルを式（２）の平滑化方法によって平滑化した場合の音質調整フィルタの応答の対数２乗振幅スペクトルを示している。

平滑化されたフーリエスペクトルは、ケプストラム算出部１４におい

て、次の式（３）によってケプストラムに変換される。

$$c(m) = \frac{1}{N} \sum_{k=-N/2}^{N/2} \ln S^2(k) e^{j2mk\pi/N} \quad (3)$$

$$m = 0, 1, \dots, N$$

上述の式（３）において、 $c(m)$ はケプストラムであり、 m はケプレンシーである。

ケプストラム算出部 14 において算出されたケプストラムは LMA フィルタ 15 においてフィルタ係数として使用される。LMA フィルタの伝達関数は、次の式（４）によって定義される。

$$F(z) = \exp\left(\frac{c(0)}{2} + 2 \sum_{m=1}^M c(m) z^{-m}\right) \quad (4)$$

式（３）に示すような指数関数型の伝達関数はそのままフィルタ回路として実現することは不可能であるが、所定の方法に基づき修正 Padé 近似による有理多項式近似によって、実現可能な形に展開し、フィルタ回路を構成する。所定の方法とは、例えば今井 聖著「音声信号処理」森北出版、１９９６年、pp 144－148 に記述されているものがある。

以上の処理は音声信号が入力端子 16 に入力される以前の段階で予め行われているものとする。なお、上記ケプストラムは複数の所望フィルタ応答に対してそれぞれ算出され、音質調整装置の使用時に任意に選択するようにしてもよい。

ケプストラム算出部 14 で算出されたケプストラムをフィルタ係数とする LMA フィルタ 15 に対し、音声信号は入力端子 16 で入力され、

LMAフィルタ 15 で濾波した音声信号は出力端子 17 から出力される。

この実施の形態 1 の音質調整装置によれば、所望のフィルタ応答のフーリエスペクトルに対して平滑化処理を施すことによって、音質調整フィルタのリプルを抑制して所望のフィルタ応答に忠実な音質調整フィルタを構成することができ、高精度の音質調整が可能となる。

また、この時の平滑化処理に低域通過特性をもったメジアンフィルタを用いていることにより、小さい演算量で平滑化処理を行うことが可能となる。

また、音声信号が入力される前の段階において予めフィルタ係数を算出する形態をとることにより、フィルタ係数を算出する手段と音質調整フィルタをそれぞれ独立して構成することができるので、音質調整装置の装置規模を小さくすることが可能となる。

さらに、音質調整フィルタとしてLMAフィルタを用いることにより、演算量が小規模で、かつ設計自由度の高い音質調整装置を構成することが可能となる。

実施の形態 2 .

この発明の実施の形態 2 に係る音質調整装置について、第 4 図を参照して説明する。なお、第 4 図は実施の形態 2 に係る音質調整装置のスペクトルの平滑化方法を説明するための図である。

この実施の形態 2 は、上述した実施の形態 1 におけるスペクトルの平滑化方法として低域通過特性をもったメジアンフィルタに換わり、第 4 図に示すスペクトルデータの奇数番目または偶数番目のサンプルの値を隣接するサンプルの平均値で置き換える方法を用いるものである。その他の構成要素と働きは実施の形態 1 で説明したことと同様であり、省略

する。

この実施の形態 2 の音質調整装置に用いられる平滑化方法を式 (5) に示す。

$$\left. \begin{aligned} S'(2k+1) &= \frac{1}{2}(S'(2k) + S(2k+2)) \\ S'(2k) &= S(2k) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

式 (5) において、 $S(k)$ は平滑化する前のフーリエスペクトルの振幅成分であり、 $S'(k)$ は平滑化後のフーリエスペクトルの振幅成分である。ただし、 $S(k)$ はパワースペクトルや対数 2 乗振幅スペクトルであってもよい。平滑化されたフーリエスペクトルは第 1 図のケプストラム算出部 14 に入力されることになる。尚、第 4 図 (a) は平滑化前の対数振幅値を示し、第 4 図 (b) は奇数番目または偶数番目のサンプルの値を隣接するサンプルの平均値で置き換えた平滑化後の対数振幅値を示している。

この実施の形態 2 の音質調整装置によれば、所望のフィルタ応答のピークやディップにおける利得を保ったまま平滑化を行うことができるため、所望のフィルタ応答のピークやディップを損なうことなく、リップルを抑制させたフィルタ応答を実現することが可能となり、音質調整装置の効果を高めることが可能となる。

実施の形態 3.

この発明の実施の形態 3 に係る音質調整装置について、第 5 図および第 6 図を参照して説明する。なお、第 5 図はこの発明の実施の形態 3 に係る音質調整装置のスペクトルの平滑化方法を説明するための図であり

、第 6 図は実施の形態 3 に係る音質調整装置のスペクトルの平滑化方法を説明するためのフローチャートである。

上述の実施の形態 1 および実施の形態 2 によれば、所望のフィルタ応答のフーリエスペクトルに対し、全帯域で平滑化処理を施しているが、音質調整フィルタに生じるリップルはフーリエスペクトルにおけるピークやディップなどの急峻な特性の変化によるところが大きい。従ってこの実施の形態 3 では、音質調整フィルタがサポートする全ての帯域において対フーリエスペクトルの平滑化を行うのではなく、リップルを生む原因となるフーリエスペクトルが急峻に変化している帯域に対して平滑化を行うものである。その他の構成要素と働きは実施の形態 1 で説明したことと同様であり、省略する。

スペクトルの平滑化方法で実施するために第 5 図に示すように、スペクトル入力端子 2 1 から入力されたフーリエスペクトルに対して特性が急峻に変化する変化点を検出する特性変化点検出部 2 2 と、特性変化点検出部 2 2 で検出された変化点に基づいてスペクトル入力端子 2 1 で入力されたフーリエスペクトルを平滑化するスペクトル平滑化処理部 2 3 があり、平滑化したフーリエスペクトルはスペクトル出力端子 2 4 から出力される。平滑化したフーリエスペクトルは第 1 図に示すケプストラム算出部 1 4 に入力されることになる。

つぎに与えられたフーリエスペクトルに対し急峻に特性が変化する点を検出する方法について、第 6 図のフローチャートを参照して説明する。

まず、入力されたフーリエスペクトル $S(n)$, $n=0, \dots, N$ において、 $k=1$ とした後（ステップ S T 1 0 1）、 $n=k$ である $S(k)$ に対して、隣接する $S(k+1)$ との差分 $D(k)$ を、式（6）に基づいて計算する（ステップ S T 1 0 2）。ただし、 $S(n)$ はパワー

スペクトルや対数 2 乗振幅スペクトルであってもよい。

$$D(k) = S(k+1) - S(k) \quad (6)$$

つぎに予め与えられた閾値 ε_1 に対して、 $D(k) > \varepsilon_1$ であるか否かを判別する（ステップ S T 1 0 3）。ステップ S T 1 0 3 において $D(k)$ が閾値を超えていた場合（YES）、 $S(n)$, $n=0, \dots, N$ の平均値を $E[S(n)]$ として、式（7）の条件に合致しているか否かを判別する（ステップ S T 1 0 4）。

$$|S(k) - E[S(n)]| > |S(k+1) - E[S(n)]| \quad (7)$$

式（7）が成り立っていれば（YES）、現在の周波数点 k を特性変化点として出力する（ステップ S T 1 0 5）。一方、式（7）が成り立っていなければ（NO）、周波数点 $k+1$ を特性変化点として検出し（ステップ S T 1 0 6）、 k に 1 を加算して（ステップ S T 1 0 7）、 k が N になったか否かを判別する（ステップ S T 1 0 8）。ステップ S T 1 0 8 において $k=N$ であれば（YES）、フーリエスペクトルに対し急峻に特性が変化する点の検出を終了する。一方、ステップ S T 1 0 8 において $k=N$ でなければ（NO）、ステップ S T 1 0 2 に戻って、動作を繰り返すことになる。

また、ステップ S T 1 0 3 において、 $D(k)$ が閾値を超えていない場合（NO）、ステップ S T 1 0 8 へ進んで k が N になったか否かを判別する。ステップ S T 1 0 8 において $k=N$ であれば（YES）、フーリエスペクトルに対し急峻に特性が変化する点の検出を終了する。一方、 $k=N$ でなければ（NO）、ステップ S T 1 0 2 に戻って、動作を繰り返すことになる。

以上説明したようにして検出した変化点に対し、スペクトル平滑化処

理部 2 3 は変化点を中心とする一定の帯域に限定して、実施の形態 1 または実施の形態 2 で説明した平滑化処理を行うことになる。

この実施の形態 3 の音質調整装置によれば、リップルの生じる原因となるスペクトルの急峻な変化点を検出し、その変化点を中心とする所定の帯域幅をもった帯域に限定して平滑化を行うことで、平滑化によるフーリエスペクトルの変化を最小限に抑え、所望のフィルタ応答に対して忠実な音質調整フィルタを構成することができ、従って高精度の音質調整装置を実現することが可能となる。

実施の形態 4 .

この発明の実施の形態 4 に係る音質調整装置について、第 7 図を参照して説明する。なお、第 7 図は実施の形態 4 に係る音質調整装置の構成を示すブロック図である。

上述した実施の形態 1 によれば、音声信号が音質調整装置に入力される以前の段階でフィルタ係数を算出し、音質調整フィルタにおいてこれを固定的に使用しているが、この実施の形態 4 では音声信号が入力されている状態においても所望のフィルタ応答の入力を可能とし、所望のフィルタ応答の変更に応じて逐次的にフィルタ係数を更新するようにしたものである。その他の構成要素と働きは実施の形態 1 で説明したことと同様であり、省略する。

実施の形態 4 の音質調整装置は第 7 図に示すように、所望のフィルタ応答を音質調整装置に入力する所望フィルタ応答入力部 3 1 と、所望フィルタ応答入力部 3 1 で入力された所望のフィルタ応答に対してそのフーリエスペクトルを算出するスペクトル算出部 3 2 と、スペクトル算出部 3 2 で算出したフーリエスペクトルに対し平滑化処理を施すスペクトル平滑化処理部 3 3 と、スペクトル平滑化処理部 3 3 で平滑化されたフ

ーリエスペクトルをケプストラムに変換するケプストラム算出部 3 4 と、ケプストラム算出部 3 4 で算出したケプストラムに基づき、音質調整フィルタに与えるべき別のケプストラムを漸近的に更新するケプストラム平滑化処理部 3 5 と、ケプストラム平滑化処理部 3 5 で更新されたケプストラムをフィルタ係数とする LMA フィルタ 3 6 で構成される。また、LMA フィルタ 3 6 に音声信号を入力する入力端子 3 7 と、音声信号を出力する出力端子 3 8 とを備える。

つぎに、動作を説明する。

所望の音質調整フィルタのフィルタ応答は所望フィルタ応答入力部 3 1 で入力される。スペクトル算出部 3 2 は所望フィルタ応答入力部 3 1 で入力された応答のスペクトルを算出する。ここで算出されるスペクトルはフーリエスペクトルの他、パワースペクトル、対数 2 乗振幅スペクトルであってもよい。スペクトル平滑化処理部 3 3 はスペクトル算出部 3 2 で算出されたフーリエスペクトルを、実施の形態 1 ～実施の形態 3 において説明したいずれかの平滑化方法により平滑化する。平滑化されたスペクトルはケプストラム算出部 3 4 においてケプストラムに変換される。ケプストラム算出部 3 4 で算出したケプストラムはケプストラム平滑化処理部 3 5 に入力され、ケプストラム平滑化処理部 3 5 は LMA フィルタ 3 6 のフィルタ係数を、つぎの式 (8) に基づいて漸近的に更新する。

$$C(m,t) = a \times C(m,t-1) + (1-a) \times c(m,t) \quad (8)$$

ただし、 $0 < a < 1$

式 (8) において、 m はケフレンシー、 t は時刻、 $c(m, t)$ はケプストラム算出部 3 4 が算出したケプストラム、 $C(m, t)$ は LMA フィルタ 3 6 に与えるフィルタ係数である。

この実施の形態 4 の音質調整装置によれば、音質調整装置に音声が入力されている状態でも所望のフィルタ応答の入力を可能としていることで、ユーザーが音声を視聴しながら任意に音質を変化、調整することが可能になる。

また、所望のフィルタ応答のスペクトルを平滑化する手段を備えていることにより、所望のフィルタ応答が時々刻々変化しても、常に音質調整フィルタのリプルを抑制することが可能であり、安定した音質調整効果が得られる。

さらに、漸近的にフィルタ係数を更新する手段を有することにより、音質調整装置に対して所望のフィルタ応答を任意に変更しても出力音声に違和感を生じさせることなく、音質をスムーズに変化させることができる。

実施の形態 5 .

この発明の実施の形態 5 に係る音質調整装置について、第 8 図および第 9 図を参照して説明する。なお、第 8 図は実施の形態 5 に係る音質調整装置の構成を示すブロック図であり、第 9 図は音質調整装置のスペクトル包絡の分析方法を説明するためのブロック図である。

上述した実施の形態 4 の音質調整装置は、所望のフィルタ応答を音質調整装置の外部から入力することになっているが、この実施の形態 5 の音質調整装置は、音質調整装置に入力された音声信号を分析し、その結果に基づいて音質調整装置の内部で所望のフィルタ応答を目的に応じて決定するものである。例えば、入力されている音声信号のスペクトルを算出し、そのスペクトルから音声信号のスペクトル包絡を分析し、これを強調するようにフィルタ応答を決定するという音質調整装置が考えられる。

実施の形態 5 の音質調整装置は音声信号のスペクトル包絡を強調する場合の例であって、第 8 図に示すように、所望のフィルタ応答を音質調整装置に入力する所望フィルタ応答入力部 4 1 と、入力された音声信号のスペクトル包絡を分析するスペクトル包絡分析部 4 2 と、所望フィルタ応答入力部 4 1 に入力された所望フィルタ応答とスペクトル包絡分析部 4 2 で分析した結果とに基づいて音質調整フィルタのフィルタ応答のフーリエスペクトルを算出するスペクトル算出部 4 3 と、スペクトル算出部 4 3 で算出したフーリエスペクトルに対し平滑化処理を施すスペクトル平滑化処理部 4 4 と、スペクトル平滑化処理部 4 4 で平滑化されたフーリエスペクトルをケプストラムに変換するケプストラム算出部 4 5 と、ケプストラム算出部 4 5 で算出したケプストラムに基づき、音質調整フィルタに与えるケプストラムを漸近的に更新するケプストラム平滑化処理部 4 6 と、ケプストラム平滑化処理部 4 6 で更新されたケプストラムをフィルタ係数とする LMA フィルタ 4 7 で構成される。また、LMA フィルタ 4 7 に音声信号を入力する入力端子 4 8 と、音声信号を出力する出力端子 4 9 とを備える。

つぎに動作を説明する。

所望の音質調整フィルタのフィルタ応答は所望フィルタ応答入力部 4 1 に入力される。また、スペクトル包絡分析部 4 2 は入力端子 4 8 に入力された音声のスペクトル包絡を分析する。所望フィルタ応答入力部 4 1 で入力された所望のフィルタ応答と、スペクトル包絡分析部 4 2 で求められたスペクトル包絡に基づいて、スペクトル算出部 4 3 において音質調整フィルタのフィルタ応答が算出される。

音質調整フィルタのフィルタ応答は式 (9) に基づいて計算される。なお、式 (9) における式 (10) は所望フィルタ応答入力部 4 1 に入力された所望フィルタ応答のフーリエスペクトルであり、式 (11) は

スペクトル包絡分析部 4 2 で求められたスペクトル包絡であり、式 (12) はスペクトル算出部 4 3 より出力されるフーリエスペクトルである。また、 α は定数であり、スペクトル包絡の強調度を制御するためのパラメータである。なお、ここで算出されるスペクトルはフーリエスペクトルの他、パワースペクトル、対数 2 乗振幅スペクトルであってもよい。

$$H_{filter}(e^{j2\pi k/N}) = \alpha \times H_{in}(e^{j2\pi k/N}) \times H_{env}(e^{j2\pi k/N}) \quad (9)$$

$$H_{in}(e^{j2\pi k/N}) \quad (10)$$

$$H_{env}(e^{j2\pi k/N}) \quad (11)$$

$$H_{filter}(e^{j2\pi k/N}) \quad (12)$$

スペクトル平滑化処理部 4 4 はスペクトル算出部 4 3 で算出されたフーリエスペクトルを、上述した実施の形態 1 ～実施の形態 3 において説明したいずれかの平滑化方法により平滑化する。平滑化されたスペクトルはケプストラム算出部 4 5 においてケプストラムに変換される。ケプストラム算出部 4 5 で算出したケプストラムはケプストラム平滑化処理部 4 6 に入力され、ケプストラム平滑化処理部 4 6 は LMA フィルタ 4

7 のフィルタ係数を、上述した実施の形態 4 において説明した方法により漸近的に更新する。

つぎに、スペクトル包絡分析部 4 2 による分析処理について説明する。第 8 図のスペクトル包絡分析部 4 2 にフレーム単位で入力端子 4 8 から入力された音声信号は、F F T ケプストラム算出手段 5 2 において F F T ケプストラムに変換される。F F T ケプストラムは式 (1 3) に基づいて計算される。なお、入力端子 4 8 は第 9 図の入力端子 5 1 に相当する。

$$c_{fft}(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=-N/2}^{N/2} \ln|X(k)| e^{j2kn\pi/N} \quad (13)$$

式 (1 3) において、 $C_{fft}(n)$ は入力信号の F F T ケプストラムであり、 $X(k)$ は入力信号のフーリエスペクトルである。

F F T ケプストラムはリフタリング手段 5 3 においてリフタリングされ、高ケフレンシー側のケプストラムが打ち消され、低ケフレンシー側のケプストラムが残される。リフタリングされた F F T ケプストラムをスペクトル包絡算出手段 5 4 において再度 F F T することによりスペクトル包絡が求められる。以上のようにして求められたスペクトル包絡は出力端子 5 5 から出力され、第 8 図のスペクトル算出部 4 3 に入力される。

この実施の形態 5 の音質調整装置によれば、音声信号のスペクトル包絡をフレーム単位で分析し、これを強調する手段を備えていることにより音声信号を明瞭にすることができる。

また、フィルタ応答のスペクトルを平滑化する手段を備えていることにより、音声信号の時間的な変化に従って目標とするフィルタ応答が時

々刻々と変化した場合でも、音質調整フィルタのリプルは常に抑制することができるため、安定した音質調整効果が得られる。

実施の形態 6 .

この発明の実施の形態 6 に係る音質調整装置について説明する。上述した実施の形態 1 および実施の形態 4 の音質調整装置は、音質調整フィルタに LMA フィルタを用いているが、この実施の形態 6 はこの音質調整フィルタにケプストラムから算出した LPC 係数をフィルタ係数とした IIR フィルタを用いたものである。その他の構成要素と働きは実施の形態 1 で説明したことと同様であり、省略する。

この場合、フィルタ係数はつぎの式 (14) によって求められる。

$$\left. \begin{aligned} a(1) &= -c(1) \\ a(n) &= -c(n) - \sum_{m=1}^{n-1} \left(1 - \frac{m}{n}\right) a(m) c(n-m) \end{aligned} \right\} \quad (1 < n \leq p) \quad (14)$$

上述の式 (14) において、 $a(n)$ は LPC 係数であり、 p は IIR フィルタの次数である。

音質調整フィルタである IIR フィルタの伝達関数 $F(z)$ はつぎの式 (15) であらわされる。

$$F(z) = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^p a(k) z^{-k}} \quad (15)$$

この実施の形態 6 の音質調整装置によれば、音質調整フィルタを一般的な IIR フィルタとすることで、演算量の小規模な音質調整装置を実

現することができる。

産業上の利用可能性

以上のように、この発明に係る音質調整装置は、デジタルフィルタを有する音質調整装置に用いるのに適している。

請 求 の 範 囲

1. 音質調整フィルタにフィルタ係数を入力して所望の特性のフィルタを構成し、当該音質調整フィルタに音声信号を通すことによって当該音声信号を調整する音質調整装置において、

所望するフィルタ応答のフーリエスペクトルを平滑化する平滑化手段と、

前記平滑化手段により平滑化されたフーリエスペクトルからケプストラムを算出するケプストラム算出手段と、

前記ケプストラム算出手段によって算出されたケプストラムに基づいて、前記フィルタ係数を算出するフィルタ係数算出手段と

を備えたことを特徴とする音質調整装置。

2. 音質調整フィルタのフィルタ係数は、予め算出されたフィルタ係数を用い、固定していることを特徴とする請求の範囲第1項記載の音質調整装置。

3. 音声信号が入力されている状態において、所望するフィルタ応答の変更を可能とし、且つ前記フィルタ応答の変更に応じて、前記フィルタ係数を逐次、更新する手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の音質調整装置。

4. 音声信号が入力されている状態において、当該音声信号を分析した結果に基き、所望のフィルタ応答を決定する手段を備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の音質調整装置。

5. フーリエスペクトルのサンプル値系列を低域通過フィルタで濾波することによって平滑化を行う手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の音質調整装置。

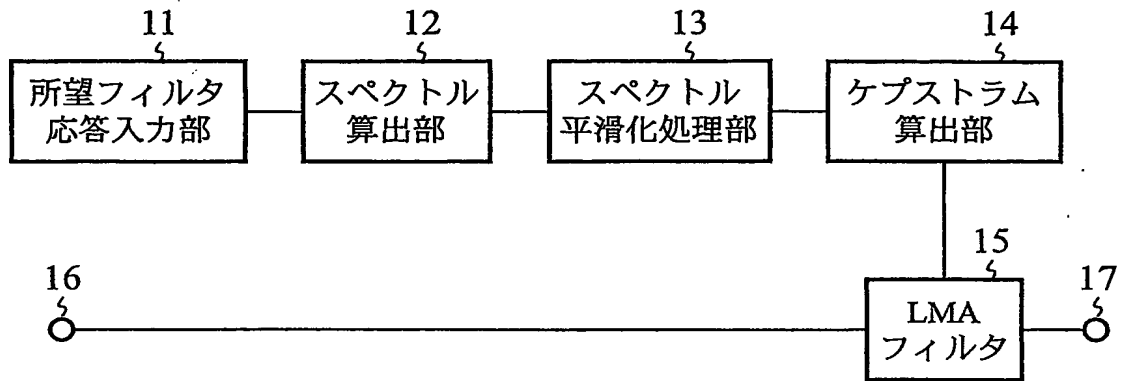
6. フーリエスペクトルの奇数または偶数番目のサンプルの値を隣接するサンプルの平均値で置き換えることにより平滑化を行う手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の音質調整装置。

7. 所望のフィルタ応答のフーリエスペクトルが急峻に変化する変化点を検出し、当該変化点を中心とした所定範囲の帯域において平滑化を行う手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の音質調整装置。

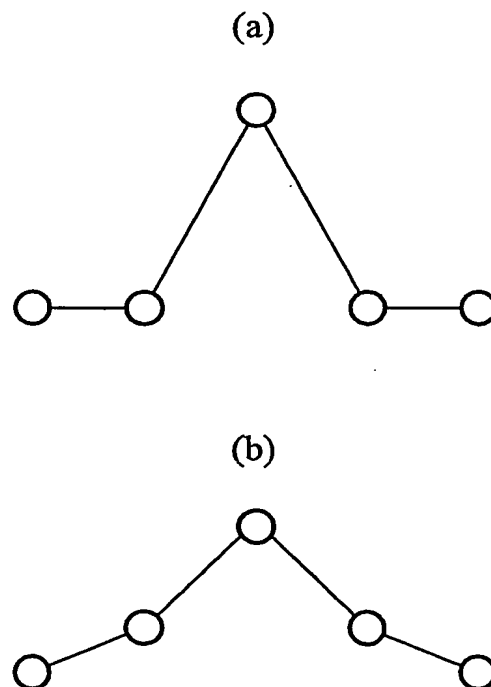
8. 音質調整フィルタは対数振幅近似フィルタであり、ケプストラムをフィルタ係数とすることを特徴とする請求の範囲第1項記載の音質調整装置。

9. 音質調整フィルタはIIRフィルタであり、ケプストラムを変換して求めた線形予測係数をフィルタ係数とすることを特徴とする請求の範囲第1項記載の音質調整装置。

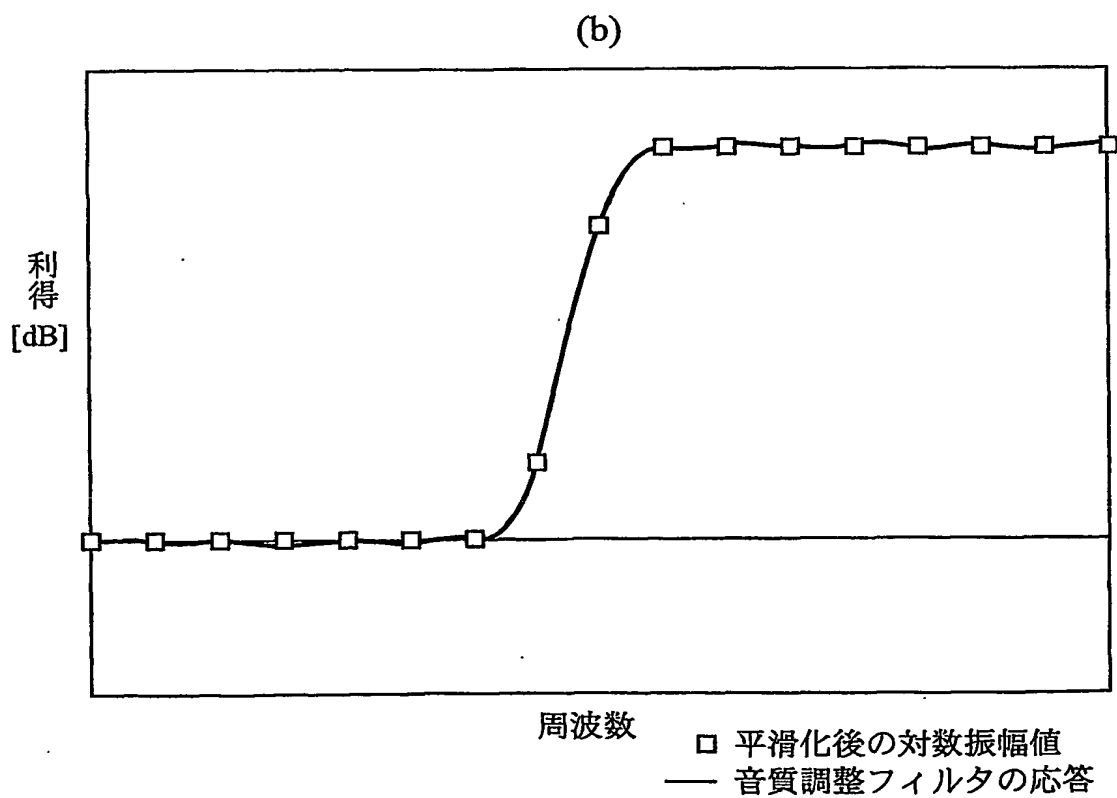
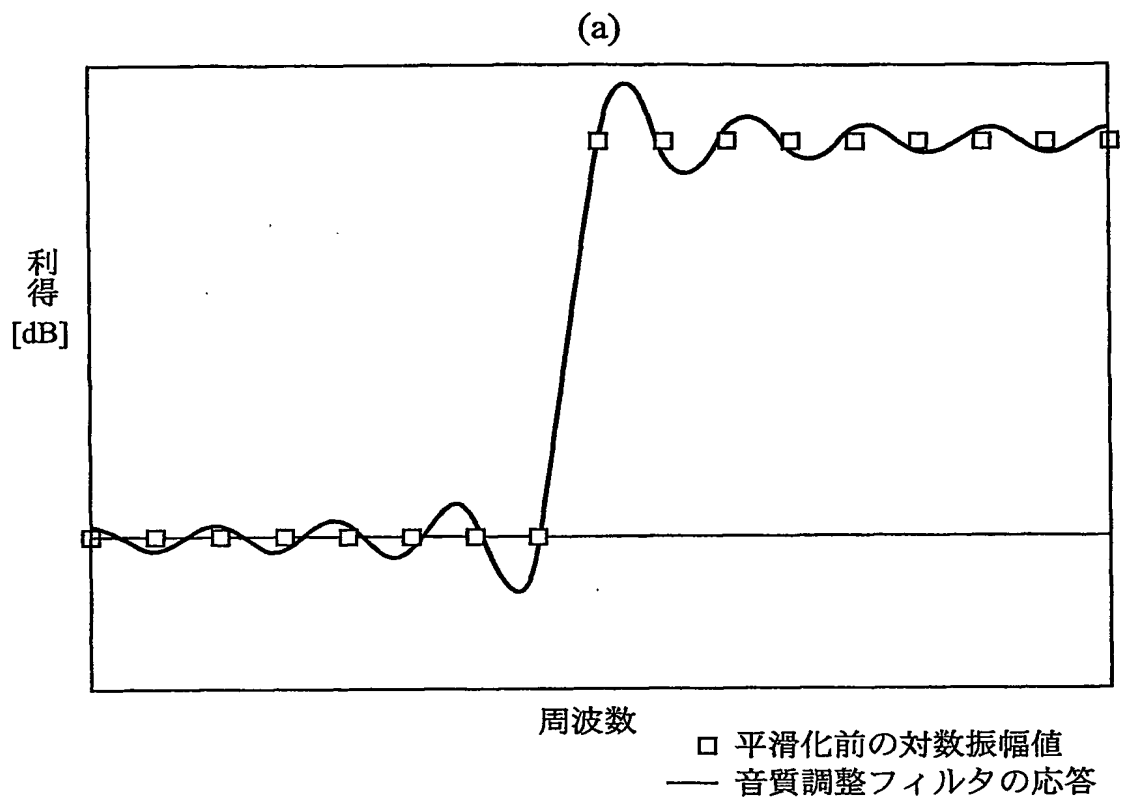
第 1 図



第 2 図

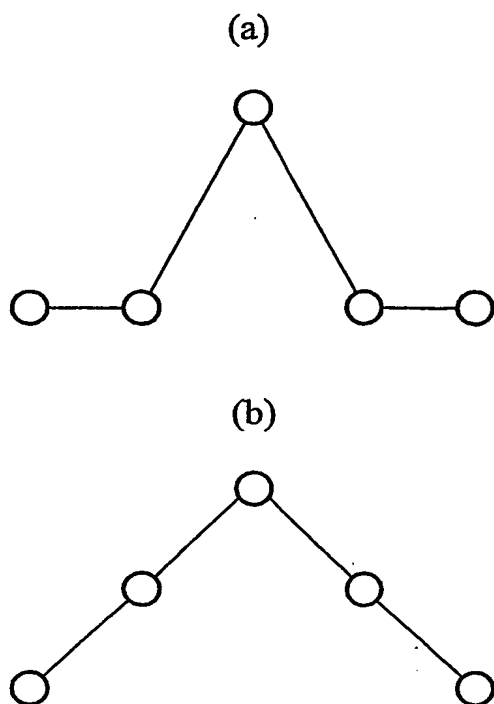


第3図

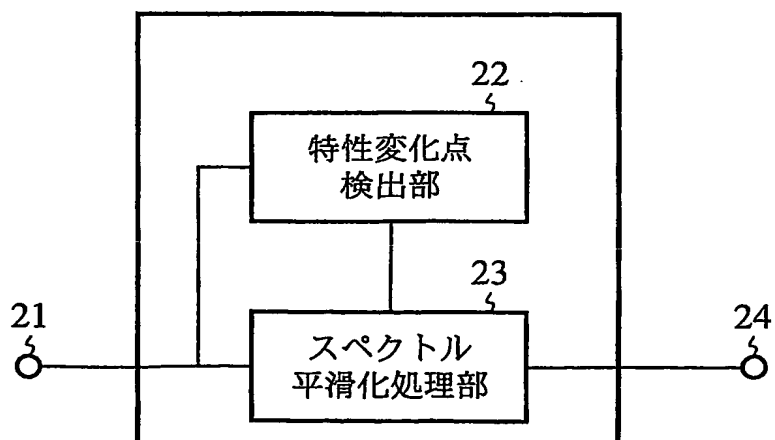


3/6

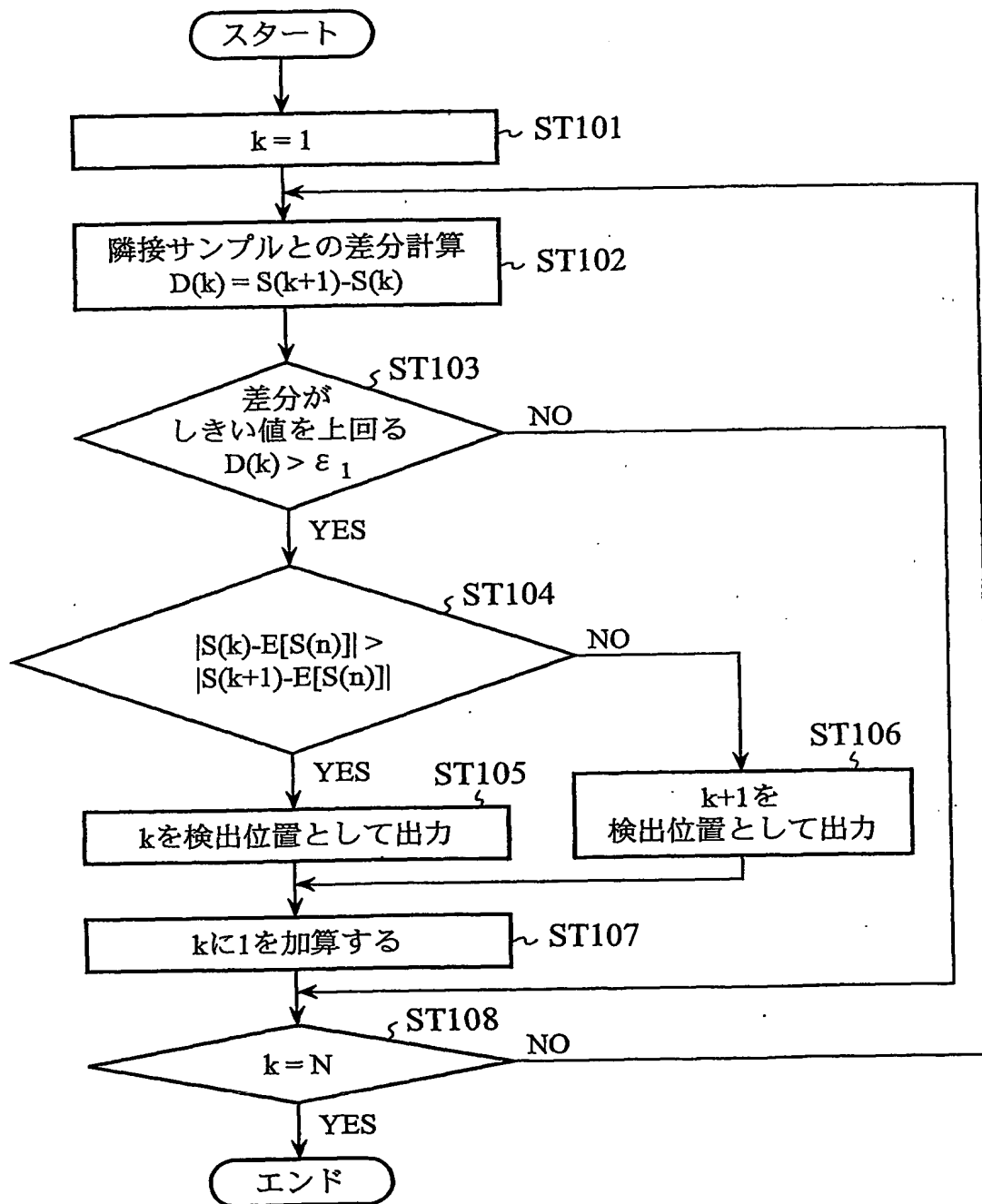
第4図



第5図

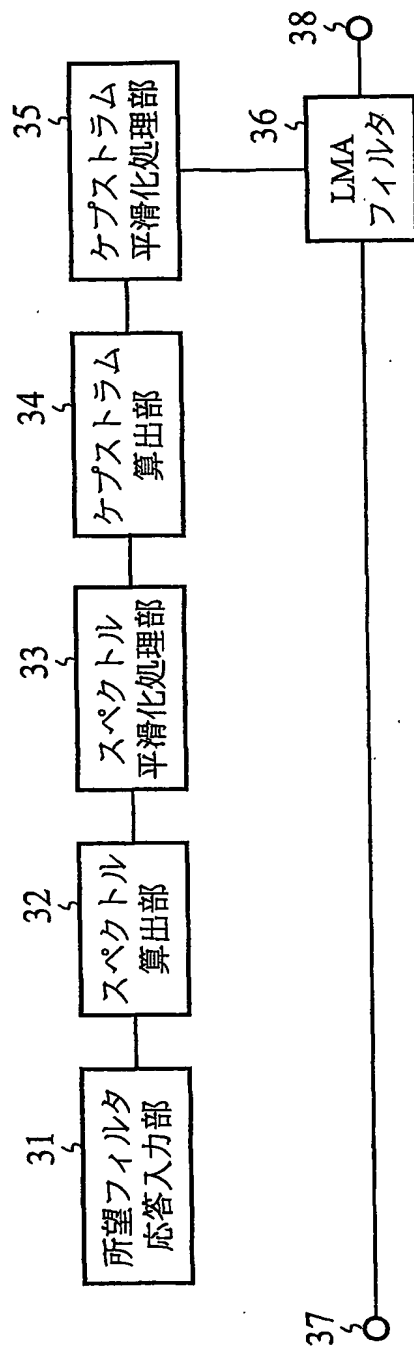


第6図

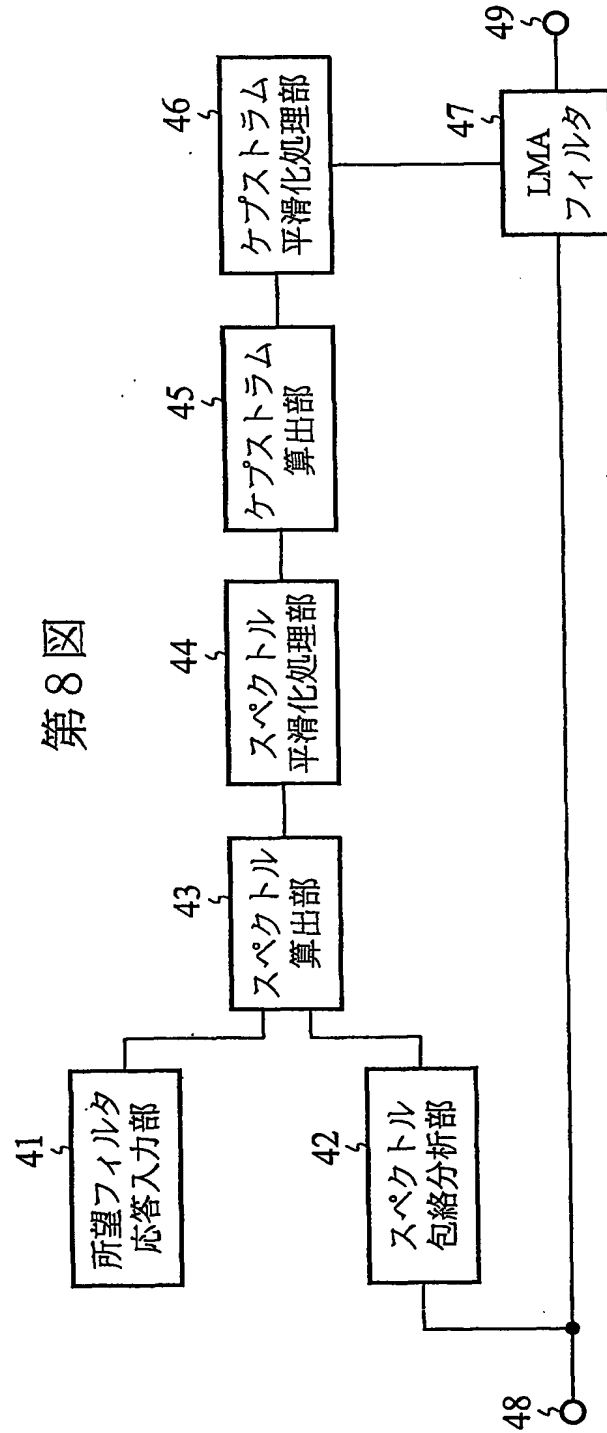


5/6

第7図

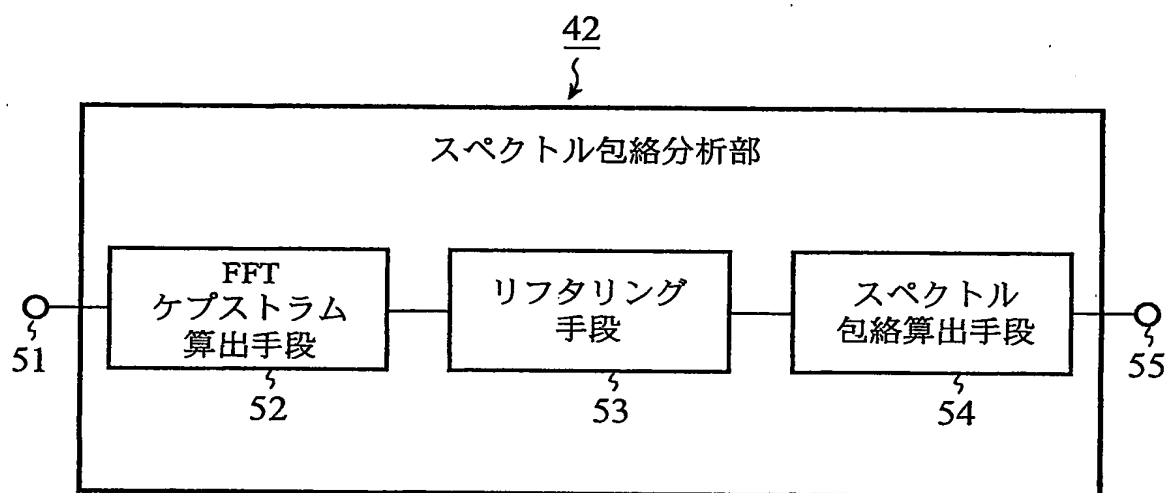


第8図



6/6

第9図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H03H17/02, H03H17/04, H04R3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H03H17/00-17/08, H04R3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 7-36484 A (Sharp Corp.), 07 February, 1995 (07.02.95), Par. Nos. [0058] to [0065]; Fig. 1 (Family: none)	1-5, 7-9 6
Y A	JP 9-261005 A (NEC Corp.), 03 October, 1997 (03.10.97), Par. Nos. [0002] to [0005]; Fig. 3 (Family: none)	1-5, 7-9 6
Y	JP 2-108318 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 20 April, 1990 (20.04.90), Page 3, upper left column, line 17 to page 4, upper right column, line 7; Fig. 1 (Family: none)	3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 August, 2004 (12.08.04)

Date of mailing of the international search report
31 August, 2004 (31.08.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006891

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-315104 A (Sony Corp.), 08 November, 1994 (08.11.94), Par. No. [0019]; Fig. 1 (Family: none)	7
Y	JP 6-97772 A (Toyo Communication Equipment Co., Ltd.), 08 April, 1994 (08.04.94), Par. No. [0002]; Figs. 1, 2 (Family: none)	8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H03H17/02, H03H17/04, H04R3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H03H17/00-17/08, H04R3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 7-36484 A (シャープ株式会社) 1995. 02. 07, 段落【0058】～【0065】、【図1】 (ファミリーなし)	1-5, 7-9 6
Y A	JP 9-261005 A (日本電気株式会社) 1997. 10. 03, 段落【0002】～【0005】、【図3】 (ファミリーなし)	1-5, 7-9 6

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 08. 2004

国際調査報告の発送日

31. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

甲斐 哲雄

5W

3139

電話番号 03-3581-1101 内線 3575

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2-108318 A (松下電器産業株式会社) 1990. 04. 20, 第3頁左上欄第17行～第4頁右上欄第7行, 第1図 (ファミリーなし)	3
Y	JP 6-315104 A (ソニー株式会社) 1994. 11. 08, 段落【0019】, 【図1】 (ファミリーなし)	7
Y	JP 6-97772 A (東洋通信機株式会社) 1994. 04. 08, 段落【0002】, 【図1】, 【図2】 (ファミリーなし)	8